

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075259

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

(51)Int.Cl. G02F 1/13  
G02F 1/1335  
G09F 9/35  
G09F 13/00

(21)Application number : 11-025860

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 03.02.1999

(72)Inventor : OGAWA TAKANORI

(30)Priority

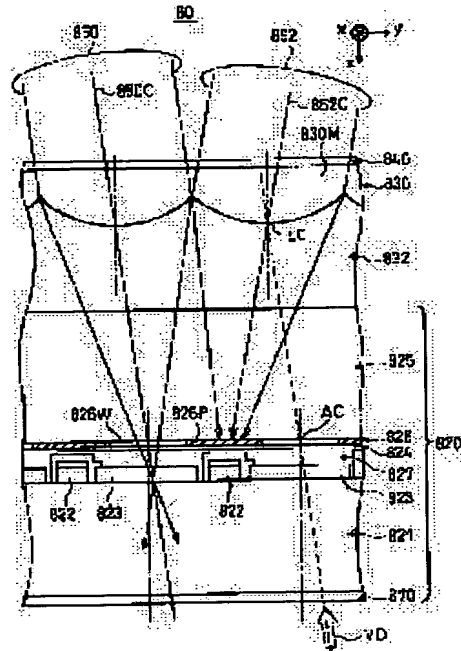
Priority number : 10186898 Priority date : 16.06.1998 Priority country : JP

(54) LIQUID CRYSTAL DEVICE AND PROJECTION TYPE DISPLAY DEVICE USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the contrast of an image to be displayed.

SOLUTION: This liq. crystal device 80 is provided with plural pixels, which are arranged in matrix and have an apertures for a light passage, and a micro-lens array 830, which is provided with plural micro-lenses 830M arranged in matrix, divides an illuminating light into plural partial luminous fluxes, converges them and makes them incident on the incident surfaces of the plural pixels. As for each of the micro-lens 830M of the micro-lens array 830, the center of each lens 830M is positioned to be displaced from the center axis of each pixel so that, in a light the rate of the light almost parallel to a distinct vision direction out of the light emitted from the aperture of each pixel is to be larger than that of light parallel to other directions. The center position of each micro-lens 830M is preferable to be set so that the line connecting the center of each micro-lens 830M and the center of incident surface of each corresponding pixel is made almost parallel to the distinct vision direction.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-75259

(P2000-75259A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ページコード (参考)
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5
		1/1335	
G 0 9 F 9/35	3 2 0	G 0 9 F 9/35	3 2 0
13/00		13/00	S

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平11-25860

(22) 出願日 平成11年2月3日 (1999.2.3)

(31) 優先権主張番号 特願平10-186898

(32) 優先日 平成10年6月16日 (1998.6.16)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72) 発明者 小川 恭範

長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74) 代理人 100096817

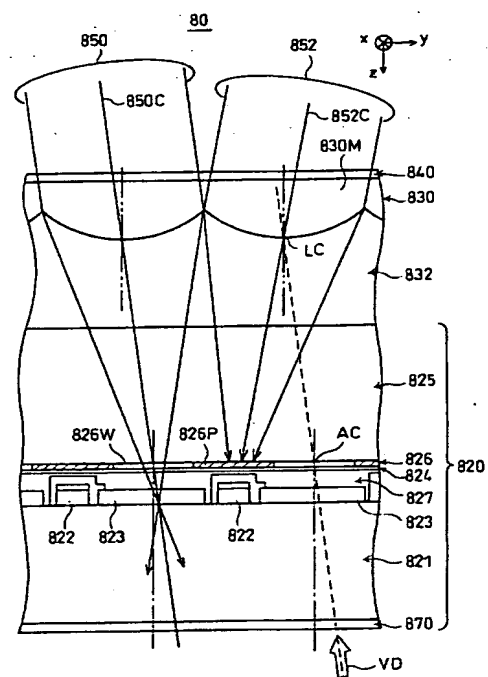
弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 液晶装置及びこれを用いた投写型表示装置

(57) 【要約】

【課題】 表示される画像のコントラストの向上を図る。

【解決手段】 この液晶装置は、マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、マトリクス上に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備える。マイクロレンズアレイの各マイクロレンズは、各画素の開口部から射出される光のうち、明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、各マイクロレンズの中心が各画素の中心軸上からずれて配置されている。各マイクロレンズの中心の位置は、各マイクロレンズの中心と、対応する各画素の入射面の中心とを結ぶ線が、明視方向にほぼ平行となるよう設定されていることが好ましい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 与えられた画像情報に応じて光を変調する液晶装置であって、マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、前記各マイクロレンズの特性は、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように調整されていることを特徴とする、液晶装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の液晶装置であって、前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする、液晶装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の液晶装置であって、前記各マイクロレンズの光学的な中心の位置は、前記各マイクロレンズの前記光学的な中心と、対応する前記各画素の前記開口部の中心とを結ぶ線が、前記明視方向にほぼ平行となるように設定されている、液晶装置。

【請求項 4】 請求項 1 記載の液晶装置であって、前記各マイクロレンズは、前記各画素から射出される光のうち、前記液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、前記各マイクロレンズの外形の中心の位置と光学的な中心の位置とがずれたレンズで形成されていることを特徴とする、液晶装置。

【請求項 5】 請求項 4 記載の液晶装置であって、前記各マイクロレンズの光学的な中心の位置は、前記各マイクロレンズの外形の中心に入射した光のうち、最も光強度の大きな光の射出方向が前記明視方向にほぼ平行となるように、前記各マイクロレンズの外形の中心の位置からずれている、液晶装置。

【請求項 6】 請求項 4 または請求項 5 記載の液晶装置であって、前記各マイクロレンズの光学的な中心は、前記各マイクロレンズに対応する前記各画素の中心軸上の位置にある、液晶装置。

【請求項 7】 与えられた画像情報に応じて光を変調す

る液晶装置であって、

マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、

マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、

互いに直交する 3 つの方向軸を  $x$ 、 $y$ 、 $z$  とし、前記複数の画素からの射出光の中心光軸と平行な方向を  $z$  方向としたとき、

前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記液晶装置の明視方向を表す明視方向ベクトルを  $y$  方向ベクトル成分と  $x$  方向ベクトル成分とに分解したとき、前記  $y$  方向ベクトル成分と  $x$  方向ベクトル成分とのうちいずれか一方の負の方向に沿って、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする、液晶装置。

【請求項 8】 請求項 7 記載の液晶装置であって、前記複数の画素は、複数の領域に区分され、前記各マイクロレンズは、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各領域毎に異なったずれ量で前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする、液晶装置。

【請求項 9】 画像を投写して表示する投写型表示装置であって、

照明光を、与えられた画像情報に基づいて変調する液晶装置と、

前記液晶装置に前記照明光を入射させる照明光学系と、前記液晶装置から射出された変調光を投写する投写光学系と、を備え、

前記液晶装置は、

マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、

マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、

前記各マイクロレンズの特性は、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように調整されていることを特徴とする、投写型表示装置。

【請求項 10】 請求項 9 記載の投写型表示装置であって、

前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、前記各マイクロレンズの

光学的な中心が前記各画素の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする、  
投写型表示装置。

【請求項 11】 請求項 10 記載の投写型表示装置であって、  
前記各マイクロレンズの光学的な中心の位置は、前記各マイクロレンズの前記光学的な中心と、対応する前記各画素の前記開口部の中心とを結ぶ線が、前記明視方向にほぼ平行となるように設定されている、  
投写型表示装置。

【請求項 12】 請求項 10 または請求項 11 記載の投写型表示装置であって、  
前記照明光学系は、前記液晶装置に入射する前記照明光の中心軸の方向が前記明視方向にほぼ平行となるように配置されている、  
投写型表示装置。

【請求項 13】 請求項 9 記載の投写型表示装置であって、  
前記各マイクロレンズは、前記各画素から射出される光のうち、前記液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、  
前記各マイクロレンズの外形の中心の位置と光学的な中心の位置とがずれたレンズで形成されている、  
投写型表示装置。

【請求項 14】 請求項 13 記載の投写型表示装置であって、  
前記各マイクロレンズの光学的な中心の位置は、前記各マイクロレンズの外形の中心に入射した光のうち、最も光強度の大きな光の射出方向が前記明視方向にほぼ平行となるように、前記各マイクロレンズの外形の中心の位置からずれている、  
投写型表示装置。

【請求項 15】 請求項 14 記載の投写型表示装置であって、  
前記各マイクロレンズの光学的な中心は、前記各マイクロレンズに対応する前記各画素の中心光軸上の位置にある、  
投写型表示装置。

【請求項 16】 請求項 9 ないし請求項 15 のいずれかに記載の投写型表示装置であって、  
前記照明光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、  
前記色光分離光学系で分離された各色光がそれぞれ入射する複数の前記液晶装置と、  
前記複数の液晶装置から射出された各色の光を合成する色光合成光学系と、を備え、  
前記色光合成光学系から射出された合成光を前記投写光学系を介して投写する、  
投写型表示装置。

【請求項 17】 画像を投写して表示する投写型表示装置であって、

照明光を、与えられた画像情報に基づいて変調する液晶装置と、

前記液晶装置に前記照明光を入射させる照明光学系と、  
前記液晶装置から射出された変調光を投写する投写光学系と、を備え、

前記液晶装置は、

マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、

マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有

し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、

互いに直交する 3 つの方向軸を  $x$ 、 $y$ 、 $z$  とし、前記複数の画素からの射出光の中心光軸と平行な方向を  $z$  方向としたとき、

前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記液晶装置の明視方向を表す明視方向ベクトルを  $y$  方向ベクトル成分と  $x$  方向ベクトル成分とに分解したとき、前記  $y$  方向ベクトル成分と  $x$  方向ベクトル成分とのうちいずれか一方の負の方向に沿って、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする、  
投写型表示装置。

【請求項 18】 請求項 17 記載の投写型表示装置であって、

前記複数の画素は、複数の領域に区分され、前記各マイクロレンズは、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各領域毎に異なったずれ量で前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする、  
投写型表示装置。

【請求項 19】 請求項 17 または請求項 18 記載の投写型表示装置であって、  
前記照明光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、  
前記色光分離光学系で分離された各色光が別々に入射する複数の前記液晶装置と、  
前記複数の液晶装置から射出された各色の光を合成する色光合成光学系と、を備え、  
前記色光合成光学系から射出された合成光を前記投写光学系を介して投写する、  
投写型表示装置。

【請求項 20】 請求項 19 記載の投写型表示装置であって、  
前記各マイクロレンズは、前記明視方向ベクトルの  $y$  方向ベクトル成分と  $x$  方向ベクトル成分とのうち、前記複数の液晶装置から射出されて前記色光合成光学系に入射する各色の光のそれぞれの入射面に垂直な方向に平行な方向の負の方向に沿って、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されている、  
投写型表示装置。

【請求項 21】 請求項 19 記載の投写型表示装置であって、

前記各マイクロレンズは、前記明視方向ベクトルの  $y$  方向ベクトル成分と  $x$  方向ベクトル成分とのうち、前記複数の液晶装置から射出されて前記色光合成光学系に入射する各色の光のそれぞれの入射面に垂直な方向に平行な方向の負の方向に沿って、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されている、  
投写型表示装置。

【請求項 22】 請求項 19 記載の投写型表示装置であって、

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、与えられた画像情報に応じて光を変調する液晶装置及びこれを用いた投写型表示装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】与えられた画像情報に応じて光を変調する液晶装置（液晶パネル）は、直視型の表示装置として、あるいは、投写型表示装置のライトバルブ（光変調器）として多く利用されている。図14は、従来の液晶装置1000の概略構成を示す分解模式図である。この液晶装置1000は、液晶セル1020と、マイクロレンズアレイ1030と、2枚の偏光板1040、1050とを備えている。液晶セル1020は、透明基板1021と、対向基板（透明基板）1025と、透明基板1021と対向基板1025との間に充填される液晶層1027と、を備えている。透明基板1021上には、薄膜トランジスタ1022と画素電極1023とが、画素毎に設けられている。対向基板1025上には、共通電極1024が設けられている。対向基板1025と共通電極1024との間には、遮光層1026が設けられている。この遮光層1026は、各画素電極1023に対応する開口部1026Wを有している。

【0003】マイクロレンズアレイ1030は、対向基板1025の液晶層1027とは反対の側に設けられている。マイクロレンズアレイ1030は、同心状の複数のマイクロレンズ1030Mを有している。各マイクロレンズ1030Mは、後述する図15に示すように各マイクロレンズ1030Mの光軸が対応する開口部1026Wの中心軸にほぼ一致するように配置されている。

【0004】第1の偏光板1040はマイクロレンズアレイ1030の対向基板1025とは反対の側に設けられており、第2の偏光板1050は、透明基板1021の液晶層1027とは反対の側に設けられている。

【0005】この液晶装置1000は、液晶層1027を挟んで対向基板1025側が光の入射面側であり、透明基板1021側が光の射出面（表示面）側である。

【0006】図15は、従来の液晶装置1000に入射する光がこの液晶装置1000を通過する様子を示す説明図である。マイクロレンズアレイ1030に入射した光は、各マイクロレンズ1030Mで複数の部分光束に分割されるとともに集光されて、対応する各画素の開口部1026Wに入射する。各開口部1026Wに入射した光は、共通電極1024ないし各画素電極1023を通過して表示面側から射出される。このとき、共通電極1024と各画素電極1023との間に印加された電圧（この電圧は、画像情報によって決定される）に応じて、表示面から射出される光の透過率が各画素ごとに制御（変調）され、これに応じて表示面上に画像が結像される。このような液晶装置を用いた投写型表示装置にお

いては、液晶装置に表示された画像が投写光学系（例えば、投写レンズ）によってスクリーン上に投写され、画像が表示される。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】液晶装置は、表示面に表示された画像を観視する方向によってコントラストが変化するという特性を有している。ここで、画像を観視する方向は、視角あるいは視角方向と呼ばれ、表示面の法線からの傾きおよび平面角度で表される。また、液晶装置には、液晶装置の種類ごとに、最も大きいコントラスト（以下、「最適コントラスト」と呼ぶ。）が得られる視角方向（以下、「明視方向」と呼ぶ）が存在する。図15の矢印は液晶装置1000の明視方向VDを示している。従って、液晶装置の表示面から射出される光が明視方向VDにほぼ平行な方向に向かって射出される場合には、観視される画像のコントラストは最も良くなり、明視方向VDに平行ではない光が射出される場合には、その方向に依存して、すなわち、明視方向VDに平行な方向に対する傾きが大きくなる程コントラストが悪くなる。

【0008】また、液晶装置の照明光としては、通常、発散光や略平行光が用いられており、液晶装置の表示面から射出される光は種々の方向成分を含んでいる。略平行光といっても、現実には、平行でない方向成分がかなりの割合で含まれる。従って、液晶装置としてのコントラストは、このような種々の方向成分の光全体によって決定されるため、明視方向における最適コントラストに比べて悪くなる。

【0009】ここで、観察者が液晶装置に表示される画像を良好に認識するためには、観視される画像のコントラストがより良いことが好ましく、明表示（白画面表示）と暗表示（黒画面表示）との輝度の差がより大きいことが好ましい。すなわち、明表示における光の透過率と暗表示における光の透過率の差が大きいことが好ましい。しかし、従来の液晶装置は、上記のように、種々の方向成分の光によって、最適コントラストに比べて悪いコントラストの状態でしか画像が観視されないという問題があった。

【0010】この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、従来の液晶装置に比べて表示される画像のコントラストの向上を図った液晶装置及びこれを用いた投写型表示装置を提供することを目的とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上述の課題の少なくとも一部を解決するため、本発明の第1の液晶装置は、マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画

素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、前記各マイクロレンズの特性は、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように調整されていることを特徴とする。

【0012】ここで、「明視方向」とは、液晶装置において、最も大きいコントラスト（最適コントラスト）が得られる視角方向をいう。また、「マイクロレンズの特性が調整されている」とは、マイクロレンズの形状や屈折率、配置位置等を変更することを言う。

【0013】上記構成によれば、液晶装置の各画素の開口部から射出される光のうち、液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合を多くすることができるので、従来の液晶装置に比べてコントラストの向上を図ることができる。

【0014】上記第1の液晶装置において、前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の中心軸上からずれて配置されていることが好ましい。

【0015】ここで、「光学的な中心」とは、同心レンズにおける光軸に相当する中心をいい、入射する光が屈折することなくまっすぐに進む位置をいう。

【0016】上記構成によれば、各マイクロレンズから射出された光のうち、明視方向にほぼ平行な光は各画素を通過して明視方向にほぼ平行な方向に射出される。一方、他の方向を有する光のうち一部は、各画素の開口部を通過できず、各画素から射出されることはない。これにより、液晶装置から射出される光のうち、明視方向にほぼ平行な光の割合を多くすることができる。従って、従来の液晶装置に比べてコントラストの向上を図ることができる。

【0017】ここで、前記各マイクロレンズの光学的な中心の位置は、前記各マイクロレンズの前記光学的な中心と、対応する前記各画素の前記開口部の中心とを結ぶ線が、前記明視方向にほぼ平行となるように設定されている、ことが好ましい。

【0018】上記構成によれば、各マイクロレンズから射出された光のうち、明視方向にほぼ平行な光を集光させて各画素の開口部のほぼ中心に入射させることができる。これにより、明視方向に平行な光を最も有効に利用することができる。

【0019】また、上記第1の液晶装置において、前記各マイクロレンズは、前記各画素から射出される光のうち、前記液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、前記各マイクロレンズの外形の中心の位置と光学的な中心の

位置とがずれたレンズで形成されていることが好ましい。

【0020】上記構成においても、各マイクロレンズから射出された光のうち、明視方向にほぼ平行な方向に偏向された光は各画素を通過して明視方向にほぼ平行な方向に射出される。一方、他の方向を有する光のうち一部は、各画素の開口部を通過できず、各画素から射出されることはない。これにより、液晶装置から射出される光のうち、明視方向にほぼ平行な光の割合を多くすることができる。従って、従来の液晶装置に比べてコントラストの向上を図ることができる。

【0021】ここで、前記各マイクロレンズの光学的な中心の位置は、前記各マイクロレンズの外形の中心に入射した光のうち、最も光強度の大きな光の射出方向が前記明視方向にほぼ平行となるように、前記各マイクロレンズの外形の中心の位置からずれている、ことが好ましい。

【0022】上記構成によれば、各マイクロレンズの入射面に入射する光のうち最も光強度（光量）の大きな光の中心軸を明視方向にほぼ平行な方向とすることができる。これにより、各マイクロレンズから射出された光束は全体として明視方向に平行な方向に射出され、かつ、対応する画素のほぼ中心、すなわち、開口部のほぼ中心をほとんど通過して射出される。これにより、液晶装置に入射した照明光の光量をあまり減少させずに、すなわち、表示される画像の明るさをあまり減少させずに、コントラストの向上を図ることができる。

【0023】また、前記各マイクロレンズの光学的な中心は、前記各マイクロレンズに対応する前記各画素の中心軸上の位置にある、ようにしてもよい。

【0024】上記構成によれば、特に、略平行な照明光が液晶装置の入射面にほぼ垂直に入射する場合において、液晶装置に入射した照明光の光量をあまり減少させずに、すなわち、表示される画像の明るさをあまり減少させずに、コントラストの向上を図ることができる。

【0025】本発明の第2の液晶装置は、マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、互いに直交する3つの方向軸を $x$ 、 $y$ 、 $z$ とし、前記複数の画素からの射出光の中心光軸と平行な方向を $z$ 方向としたとき、前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記液晶装置の明視方向を表す明視方向ベクトルを $y$ 方向ベクトル成分と $x$ 方向ベクトル成分とに分解したとき、前記 $y$ 方向ベクトル成分と $x$ 方向ベクトル成分とのうちいずれか一方の負の方向に沿って、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする。

【0026】本発明の第2の液晶装置においても、第1の液晶装置と同様に、従来の液晶装置に比べてコントラストの向上を図ることができる。特に、第2の液晶装置においては、液晶装置を照明する照明光の光の方向に対する光の強度分布が、照明位置に依存して違いがある場合においても、液晶装置の面内においてコントラストの分布を小さくすることができる。

【0027】ここで、前記複数の画素は、複数の領域に区分され、前記各マイクロレンズは、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各領域毎に異なつたずれ量で前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることが好ましい。

【0028】このようにすれば、液晶装置の面内においてコントラストをより均一にすることができる。

【0029】本発明の第1の液晶装置は、投写型表示装置に適用することができる。すなわち、本発明の第1の投写型表示装置は、照明光を、与えられた画像情報に基づいて変調する液晶装置と、前記液晶装置に前記照明光を入射させる照明光学系と、前記液晶装置から射出された変調光を投写する投写光学系と、を備え、前記液晶装置は、マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、前記各マイクロレンズの特性は、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように調整されていることを特徴とする。

【0030】上記第1の投写型表示装置は、本発明の第1の液晶装置を適用しているので、従来の投写型表示装置に比べて、表示される画像のコントラストの向上を図ることができる。

【0031】上記第1の投写型表示装置において、前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記各画素の開口部から射出される光のうち、前記明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の中心軸上からずれて配置されている場合には、前記照明光学系は、前記液晶装置に入射する前記照明光の中心軸の方向が前記明視方向にほぼ等しくなるように配置されていることが好ましい。

【0032】このようにすれば、照明光学系から射出されて液晶装置に入射した照明光は、全体として明視方向に平行な方向を有しているので、各マイクロレンズから射出された光束も全体として明視方向に平行な方向に射出され、かつ、対応する画素のほぼ中心をほとんど通過して射出される。これにより、液晶装置に入射した照明光の光量をあまり減少させずに、すなわち、投写面上に表示される画像の明るさをあまり減少させずに、コント

ラストの向上を図ることができる。なお、上記照明光学系は、広義の照明光学系を意味し、いわゆる狭義の照明光学系から射出された照明光が液晶装置に入射するまでの光路や、この光路上に備える種々の光学系を含んでいる。

【0033】上記第1の投写型表示装置において、前記照明光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、前記色光分離光学系で分離された各色光がそれぞれ入射する複数の前記液晶装置と、前記複数の液晶装置から射出された各色の光を合成する色光合成光学系と、を備え、前記色光合成光学系から射出された合成光を前記投写光学系を介して投写するようにしてもよい。

【0034】こうすれば、コントラストの向上を図ったカラー画像を表示することができる。

【0035】本発明の第2の液晶装置も、投写型表示装置に適用することができる。すなわち、本発明の第2の投写型表示装置は、照明光を、与えられた画像情報に基づいて変調する液晶装置と、前記液晶装置に前記照明光を入射させる照明光学系と、前記液晶装置から射出された変調光を投写する投写光学系と、を備え、前記液晶装置は、マトリクス状に配列されて、それぞれ光通過用の開口部を有する複数の画素と、マトリクス状に配列された複数のマイクロレンズを有し、照明光を複数の部分光束に分割するとともに集光して前記複数の画素の入射面にそれぞれ入射させるマイクロレンズアレイと、を備え、互いに直交する3つの方向軸を $x$ 、 $y$ 、 $z$ とし、前記複数の画素からの射出光の中心光軸と平行な方向を $z$ 方向としたとき、前記各マイクロレンズは、同心レンズで形成されており、前記液晶装置の明視方向を表す明視方向ベクトルを $y$ 方向ベクトル成分と $x$ 方向ベクトル成分とに分解したとき、前記 $y$ 方向ベクトル成分と $x$ 方向ベクトル成分とのうちいずれか一方の負の方向に沿って、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることを特徴とする。

【0036】上記第2の投写型表示装置は、本発明の第2の液晶装置を適用しているので、従来の投写型表示装置に比べて、表示される画像のコントラストの向上を図ることができる。

【0037】上記第2の投写型表示装置において、前記照明光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、前記色光分離光学系で分離された各色光が別々に入射する複数の前記液晶装置と、前記複数の液晶装置から射出された各色の光を合成する色光合成光学系と、を備え、前記色光合成光学系から射出された合成光を前記投写光学系を介して投写するようにしてもよい。

【0038】こうすれば、コントラストの向上を図ったカラー画像を表示することができる。

【0039】上記カラー画像を表示する第2の投写型表示装置において、前記各マイクロレンズは、前記明視方

向ベクトルの y 方向ベクトル成分と x 方向ベクトル成分とのうち、前記複数の液晶装置から射出されて前記色光合成光学系に入射する各色の光のそれぞれの入射面に垂直な方向に平行な方向の負の方向に沿って、前記各マイクロレンズの光学的な中心が前記各画素の開口部の中心軸上からずれて配置されていることが好ましい。

【0040】ここで、「光の入射面」とは、入射主光線と入射法線によって決定される平面を意味する。

【0041】こうすれば、表示されるカラー画像のコントラストのムラや明るさのムラ、色ムラをより有効に低減することができる。

【0042】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0043】A. 第1実施例：図1は、第1実施例としての投写型表示装置10の要部を示す概略構成図である。この投写型表示装置10は、照明光学系20と、フィールドレンズ70と、本発明の第1の液晶装置80と、投写レンズ系90とを備えている。各構成要素は、システム光軸10LCに沿って順に配置されている。また、各構成要素の中心光軸はシステム光軸10LCに一致するように配置されている。

【0044】照明光学系20は、ほぼ平行な光束を射出する光源30と、第1のレンズアレイ40と、第2のレンズアレイ50と、重畳レンズ60とを備えている。照明光学系20は、液晶装置80の被照明領域（画像が表示される領域であり、「有効表示領域」とも呼ぶ。）をほぼ均一に照明するためのインテグレート光学系である。

【0045】光源30は、放射状の光線を射出する放射光源としての光源ランプ32と、光源ランプ32から射出された放射光をほぼ平行な光線束として射出する凹面鏡34とを有している。光源ランプ32としては、通常、メタルハライドランプや高圧水銀ランプなどが用いられる。凹面鏡34としては、放物面鏡を用いることが多い。

【0046】図2は、第1のレンズアレイ40の外観を示す斜視図である。第1のレンズアレイ40は略矩形状の輪郭を有する小レンズ42がM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。この例では、M=6、N=4である。各小レンズ42は、光源30（図1）から射出された光束を複数の（すなわちM×N個の）部分光束に分割し、各部分光束を第2のレンズアレイ130の近傍で集光させる機能を有している。各小レンズ42をz方向から見た外形形状は、液晶装置80の被照明領域の形状とほぼ相似形をなすように設定されている。例えば、液晶装置80の被照明領域80ACT（図1）のアスペクト比（横と縦の寸法の比率）が4：3であるならば（図1）、各小レンズ42のアスペクト比も4：3に設定する。この実施例では、小レンズ42のアスペク

ト比（横と縦の寸法の比率）は4：3に設定されている。

【0047】第2のレンズアレイ50（図1）も、第1のレンズアレイ40の各小レンズ42に対応する小レンズ52がM行N列のマトリクス状に配列された構成を有している。第2のレンズアレイ50は、第1のレンズアレイ40から射出された光が重畳レンズ60を介して液晶装置80の被照明領域80ACTを有効に照明するようにする機能を有している。重畳レンズ60は、第1と第2のレンズアレイ40、50を通過した複数の部分光束を液晶装置80上で重畳させる機能を有している。また、フィールドレンズ70は、液晶装置80の被照明領域80ACT上に照射される各部分光束をそれぞれの中心軸（主光線）に平行な光束に変換する機能を有している。

【0048】なお、本実施例では、第2のレンズアレイ50と重畳レンズ60とを別々の構成としているが、第2のレンズアレイ50に重畳レンズ60の機能を併せ持つようにしてもよい。例えば、各小レンズを偏心レンズで構成するようにしてもよい。

【0049】図1に示す投写型表示装置10において、光源30から射出されたほぼ平行な光束は、インテグレート光学系を構成する第1と第2のレンズアレイ40、50によって、複数の部分光束に分割される。第1のレンズアレイ40の各小レンズ42から射出された部分光束は、小レンズ42の集光作用によって第2のレンズアレイ50の対応する各小レンズ52の近傍で光源30の光源像（2次光源像）が結像されるように集光される。第2のレンズアレイ50の近傍に形成された2次光源像から射出された部分光束は、発散しながら重畳レンズ60によって液晶装置80の照明領域（被照明領域80ACTを含む領域）上で重畳される。なお、被照明領域80ACTを照明する照明光は、フィールドレンズ70によって全体としてシステム光軸10LCにほぼ平行な光に変換される。上記の結果、液晶装置80の被照明領域80ACTは、ほぼ均一に照明される。

【0050】液晶装置80は光変調手段としての機能を有しており、照明光学系20から入射する照明光を、与えられた画像情報（画像信号）に従って変調して画像を形成する。投写レンズ系90は投写光学系としての機能を有しており、液晶装置80から射出された変調光を投写スクリーンSC上に投写して、画像を表示する。

【0051】図3は、本発明の第1の液晶装置80の一部を拡大して示す概略断面図である。液晶装置80は、液晶セル820と、マイクロレンズアレイ830と、2枚の偏光板840、870とを備えており、マイクロレンズ830と液晶セル820との位置関係を除いて、従来の液晶装置1000（図14）と同じである。

【0052】液晶セル820は、液晶装置1000と同様に、透明基板821と、対向基板（透明基板）825

と、透明基板 821 と対向基板 825 との間に充填される液晶層 827 と、を備えている。透明基板 821 上には、薄膜トランジスタ 822 と画素電極 823 とが、画素毎に設けられている。対向基板 825 の上には、共通電極 824 が設けられている。対向基板 825 と共通電極 824 との間には、遮光層 826 が設けられている。この遮光層 826 は、各画素電極 823 に対応する開口部 826W を有している。各画素は、1つの画素電極 823 と、共通電極 824 と、これらの間の液晶層 827 とで構成される。なお、遮光層 826 は、共通電極 824 と対向基板 825 との間ではなく、対向基板 825 の入射面（上面）側、すなわち、液晶セル 820 の入射面や、透明基板 821 上に設けられるようにしても良い。

【0053】マイクロレンズアレイ 830 は、対向基板 825 の上面側に接着剤層 832 を介して固定されている。マイクロレンズアレイ 830 は、複数のマイクロレンズ 830M を有し、各マイクロレンズ 830M は同心レンズで構成されている。図 4 は、マイクロレンズ 830M と開口部 826W との位置関係を示す説明図である。マイクロレンズアレイ 830 の各マイクロレンズ 830M は、各マイクロレンズ 830M の光軸上の中心 LC と、対応する画素の開口部 826W の中心軸上の中心 AC とを結ぶ線が、明視方向を表す明視方向ベクトル VD（以下、単に「明視方向」あるいは「明視方向ベクトル」と呼ぶこともある。）の xy 平面および yz 平面内におけるベクトル成分  $VD_{xy}$  および  $VD_{yz}$  にほぼ平行となるように、開口部 826W の中心軸に対してずれて配置されている。

【0054】第 1 の偏光板 840 はマイクロレンズアレイ 830 の対向基板 825 とは反対側に設けられている。また、第 2 の偏光板 870 は、透明基板 821 の液晶層 827 とは反対側に設けられている。

【0055】例えば、第 1 と第 2 の偏光板 840、870 は、マイクロレンズアレイ 830 や液晶セル 820 に接着剤で貼りつけられている。あるいは、第 1 と第 2 の偏光板 840、870 と、マイクロレンズアレイ 830 と、液晶セル 820 とは、組立治具によって組み合わされるようにしても良い。また、図では、第 1 と第 2 の偏光板 840、870 が、マイクロレンズアレイ 830 や液晶セル 820 に接して示されているが、離間して設けられるようにしてもよい。

【0056】次に、この液晶装置 80 に入射する光が液晶装置 80 を通過する様子を説明する。マイクロレンズアレイ 830 に入射する光は、複数のマイクロレンズ 830M によってそれぞれ微小な光束に分割されて集光される。明視方向 VD に平行な方向を有する微小光束 850 は、対応する画素電極 823 の近傍で集光される。このとき、微小光束 850 の中心 850C は、そのまま直進して開口部 826W の中心 AC をほぼ通過する。また、微小光束 850 は、マイクロレンズ 830M の集光

作用によって集光され、開口部 826W をほとんど通過して液晶層 827 に入射し、変調されて射出される。

【0057】一方、明視方向 VD に平行な方向とは異なる方向、例えば、微小光束 850 の入射角と対称な入射角を有する微小光束 852 も、同様に、対応する画素電極 823 の近傍で集光される。このとき、微小光束 852 の中心 852C は、開口部 826W の中心 AC からずれた位置、例えば、図に示すように、遮光層 826 の遮光部 826P に入射する。また、微小光束 852 のほとんどは、マイクロレンズ 830M の集光作用によって集光されて遮光部 826P に入射する。従って、微小光束 852 のほとんどは、遮光部 826P で遮られて液晶層 827 に入射することはない。なお、明視方向 VD に平行ではなく、かつ、微小光束 852 とは異なる方向を有する微小光束は、マイクロレンズ 830M への入射角によってその一部が開口部 826W を通過して液晶層 827 に入射する場合がある。しかしながら、液晶層 827 を通過する光の量をマイクロレンズ 830M から射出した微小光束に比べて減少させることができる。

【0058】上記説明からわかるように、この液晶装置 80 は、液晶装置 80 から射出される光のうち、明視方向 VD に平行な光をほとんど減少させることなく、明視方向 VD に平行な方向とは異なる方向から入射する光の量を減少させることができる。この結果、液晶装置 80 から射出される光の量は減少するものの、明視方向 VD に平行な光の割合を増加させることができる。すなわち、この液晶装置 80 は、従来の液晶装置に比べて表示される画像のコントラストの向上を図ることができる。

【0059】また、投写型表示装置 10（図 1）は、液晶装置 80 を適用しているので、同様にスクリーン SC 上に投写される画像のコントラストの向上を図ることができる。

【0060】特に、照明光学系 20 の照明光は、フィールドレンズ 70 を通過することにより全体としてほぼ平行な光に変換されているとみることができるが、第 1 と第 2 のレンズアレイ 40、50 の各小レンズ 42、52 を通過するそれぞれの部分光束は、通過する位置に応じた入射角を持って液晶装置 80 に入射する。従って、照明光学系 20 から射出される照明光は、インテグレート光学系を適用しない場合の照明光に比べてシステム光軸 10LC に平行でない光の成分が増加する場合が多い。このことは、上述したようにコントラストの低下を招く大きな要因となる。しかし、投写型表示装置 10 は、本発明の第 1 の液晶装置 80 を適用しているので、スクリーン SC 上に投写される画像のコントラストの低下を抑制することができる。

【0061】なお、上記実施例では、マイクロレンズアレイ 830 の各マイクロレンズ 830M は、マイクロレンズアレイ 830 の各マイクロレンズ 830M の光軸上の中心 LC と、対応する画素の開口部 826W の中心軸

10

20

30

40

50

上の中心ACとを結ぶ線が明視方向VDにほぼ平行となるように、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されているが、必ずしもこれに限定されるものではない。例えば、各マイクロレンズ830Mの光軸上の中心LCと、対応する画素の開口部826Wの中心軸上の中心ACとを結ぶ線が、各画素の中心軸に対する明視方向に平行な方向と同じ方向側に傾いているようにすれば良い。このようにすれば、明視方向VDに平行な光の割合を増加させることができ、コントラストの向上を図ることができる。すなわち、各マイクロレンズは、各画素から射出される光のうち、明視方向に平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、各画素の中心軸上からずれて配置されるようにすれば良い。

【0062】また、上記実施例では、モノクロ画像を表示する液晶装置80を例に説明しているが、カラー画像を表示するタイプの液晶装置とすることも可能である。この場合には、通常、遮光層826（図3）の開口部826Wに、赤、緑、青のカラーフィルタが各画素毎に順番に設けられるが、この変形を除いて、他の構成要素は液晶装置80と同様である。

【0063】B. 第2実施例：図5は、第2実施例としての投写型表示装置10Bの要部を示す概略構成図である。この投写型表示装置10Bは、照明光学系20の配置位置を除いて第1実施例の投写型表示装置10と全く同じである。各構成要素の説明は省略する。

【0064】この投写型表示装置10Bは、照明光学系20の光軸20LCが液晶装置80の明視方向VDの方向に平行となるように、システム光軸10LCに対して傾いて配置されている。これにより、照明光学系20から射出される照明光は、全体として明視方向VDに平行な方向とすることができるので、液晶装置80に対して明視方向VDに平行な光の入射量を増加させることができる。従って、第1実施例の投写型表示装置10においては、コントラストの向上を図るために光量が減少せざるおえず、画像の明るさの低下を招くが、第2実施例の投写型表示装置10Bにおいては、明るさをあまり低下させずにコントラストの向上を図ることができる。

【0065】なお、本実施例は、照明光学系20の光軸20LCを明視方向VDに平行となるように傾けた場合を例に示しているが、これに限定されるものではない。例えば、照明光学系20の光軸20LCをシステム光軸10LCに平行でかつγ方向にずらして配置し、照明光学系20と、フィールドレンズ70との間に反射ミラーを設けるようにしても良い。このようにすれば、照明光学系20から射出された照明光を反射ミラーで反射して明視方向VDに平行な方向を有する照明光とすることができる。すなわち、狭義の照明光学系から射出された照明光が液晶装置に入射するまでの光路や、この光路上に備える種々の光学系を含む広義の照明光学系が、液晶装置に入射する照明光の中心軸の方向が明視方向にほぼ

平行となるように、配置されるようにすれば良い。

【0066】また、上記第2実施例においても、カラー画像を表示するタイプの液晶装置とすることも可能である。

【0067】C. 第3実施例：図6は、第3実施例としての投写型表示装置10Cに適用される液晶装置80Bの一部を拡大して示す概略断面図である。この投写型表示装置10Cは、第1の液晶装置80に代えて第2の液晶装置80Bを適用することを除いて、第1実施例の投写型表示装置10（図1）と同じである。また、第2の液晶装置80Bは、マイクロレンズアレイ830に代えてマイクロレンズアレイ830Bを適用することを除いて、第1の液晶装置80（図3）と同じである。従って、各構成要素の説明は省略する。

【0068】マイクロレンズアレイ830Bを構成する複数のマイクロレンズ830BMは、外形の中心GCと光学的な中心OCとがずれた位置関係にある偏心レンズである。マイクロレンズアレイ830Bの各マイクロレンズ830BMは、各マイクロレンズ830BMの外形の中心GCと、対応する画素の開口部826Wの中心ACとを結ぶ線が明視方向VDにほぼ平行となるように、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。また、マイクロレンズ830BMの光学的な中心OCの位置は、開口部826Wの中心軸（開口部826Wの中心ACを通過する開口部826Wに対する垂線）上にある。

【0069】マイクロレンズ830BMの入射面に垂直に入射する光、すなわち、投写型表示装置10Cのシステム光軸10LC（図示しない）にほぼ平行な光は、各マイクロレンズ830BMごとにそれぞれ微小光束860に分割され、対応する画素電極823の方に射出される。このとき、微小光束860の中心860Cは、偏向されて開口部826Wの中心ACをほぼ通過する。また、微小光束860は、マイクロレンズ830BMの集光作用によって対応する画素電極823の近傍で集光される。この結果、微小光束860は、開口部826Wをほとんど通過して液晶層827に入射し、変調されて射出される。ここで、照明光学系20から射出された照明光は、全体としてシステム光軸10LCにほぼ平行な照明光として液晶装置80Bに入射する。従って、液晶装置80Bに入射した照明光の大部分は、全体として明視方向VDにほぼ平行な方向に偏向されて液晶層827に入射し、変調されて射出される。なお、照明光学系20から射出された照明光には、システム光軸10LCに平行でない光もマイクロレンズ830BMで偏向される。このうち、遮光部826Pに入射する光は遮られて、液晶層827に入射することはない。

【0070】上記説明からわかるように、全体としてほぼ平行な照明光が液晶装置80Bの入射面にほぼ垂直に入射する場合には、液晶装置80Bはこの入射光のほと

んどを明視方向VDに平行な光に偏向させて射出することができる。この結果、液晶装置80Bから射出される光の量を入射光の光量にくらべてあまり減少させることなく、明視方向VDに平行な光の割合を増加させることができる。すなわち、この液晶装置80Bは、従来の液晶装置に比べて表示される画像のコントラストの向上を図ることができる。また、投写型表示装置10Cは、第2の液晶装置80Bを適用しているため、同様にスクリーンSC上に投写される画像の明るさをあまり減少させずに、コントラストの向上を図ることができる。

【0071】なお、この液晶装置80Bは、マイクロレンズ830BMの光学的な中心OCが対応する画素の開口部826Wの中心軸上に位置するようにしているが、外形の中心GCと対応する画素の開口部826Wの中心ACとを結ぶ線が明視方向VDと同じ方向に傾いているようにすればよい。この場合には、第1実施例と同様に、液晶装置から射出される光の量は減少するが、コントラストの向上を図ることはできる。すなわち、各マイクロレンズは、各画素から射出される光のうち、明視方向に平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、各マイクロレンズの光学的な中心の位置が外形の中心の位置からずれているレンズであれば良い。

【0072】なお、第1実施例において説明したように、照明光学系20がインテグレート光学系で構成されている場合には、照明光学系20から射出された照明光のうち最も大きな光強度を有する照明光は、通過する位置に応じた入射角を持って液晶装置80に入射する場合がある。このような場合には、各マイクロレンズを、それぞれに入射する光のうち最も光強度の大きな光の射出方向が明視方向VDにほぼ平行な方向に偏向するように、外形の中心GCと光学的中心OCの位置が異なっているレンズで構成するようにすればよい。このようにすれば、最も光強度の大きな照明光が、通過する位置に応じた入射角を持って液晶装置80に入射する場合においても、液晶装置80Bから射出される光の強度を入射光の光の強度にくらべてあまり減少させることなく、明視方向VDに平行な光の割合を増加させることができる。これにより、従来の液晶装置に比べて表示される画像のコントラストの向上を図ることができる。また、このような液晶装置を適用した投写型表示装置は、スクリーンSC上に投写される画像の明るさをあまり減少させずに、コントラストの向上を図ることができる。

【0073】また、上記第3実施例においても、カラー画像を表示するタイプの液晶装置とすることも可能である。

【0074】D. 第4実施例：上述した3つの第1の液晶装置80または3つの第2の液晶装置80Bを用いてカラー画像を表示する投写型表示装置を構成することもできる。図7は、第4実施例としての投写型表示装置1

ODの要部を示す概略構成図である。この投写型表示装置10Dは、照明光学系100と、色光分離光学系200と、導光光学系220と、反射ミラー218と、3つのフィールドレンズ240、242、244と、3つの液晶装置250、252、254と、クロスダイクロイックプリズム260と、投写レンズ系270とを備えている。3つの液晶装置250、252、254は、第2の液晶装置80B（図6）と同じである。以下では、液晶装置をライトバルブと呼ぶこともある。

10 【0075】照明光学系100は、光源110と、第1のレンズアレイ120と、第2のレンズアレイ130と、重畳レンズ150と、反射ミラー160とを備えている。この照明光学系100は、反射ミラー160を除いて図1に示した照明光学系20と同じである。なお、各構成要素の符号は、便宜上変更されている。反射ミラー160は、光の進行方向を偏向するために設けられたものであり、照明光学系としての機能は、照明光学系20と同じである。従って説明を省略する。

20 【0076】色光分離光学系200は、2枚のダイクロイックミラー210、212を備えている。この色光分離光学系200は、照明光学系100から射出される照明光を、赤、緑、青の3色の色光に分離する機能を有している。第1のダイクロイックミラー210は、照明光学系100から射出された光束の赤色光成分を透過させるとともに、青色光成分と緑色光成分とを反射する。第1のダイクロイックミラー210を透過した赤色光は、反射ミラー218で反射され、フィールドレンズ240を通過して赤光用のライトバルブ250に達する。このフィールドレンズ240は、第2のレンズアレイ130から射出された各部分光束をその中心軸（主光線）に対して平行な光束に変換する。他のライトバルブの前に設けられたフィールドレンズ242、244も同様である。

30 【0077】第1のダイクロイックミラー210で反射された青色光と緑色光のうちで、緑色光は第2のダイクロイックミラー212によって反射され、フィールドレンズ242を通過して緑光用のライトバルブ252に達する。一方、青色光は、第2のダイクロイックミラー212を透過して導光光学系220に入射する。導光光学系220は、入射側レンズ230、リレーレンズ232および反射ミラー222、224を備えている。第2のダイクロイックミラー212を透過した青色光は、この導光光学系（リレーレンズ系）220を通り、さらに射出側レンズ（フィールドレンズ）244を通過して青色光用のライトバルブ254に達する。なお、青色光にリレーレンズ系が用いられているのは、青色光の光路の長さが他の色光の光路の長さよりも長い場合、光の拡散等による光の利用効率の低下を防止するためである。すなわち、入射側レンズ230に入射した部分光束をそのまま、射出側レンズ244に伝えるためである。

40 【0078】3枚のライトバルブ250、252、25

4は、与えられた画像情報（画像信号）に従って、3色の色光をそれぞれ変調して画像を形成する光変調手段としての機能を有する。クロスダイクロイックプリズム260は、3色の色光を合成してカラー画像を形成する色光合成手段としての機能を有する。クロスダイクロイックプリズム260には、赤光を反射する誘電体多層膜262と、青光を反射する誘電体多層膜264とが、4つの直角プリズムの界面に略X字状に形成されている。これらの誘電体多層膜262、264の交差する中心軸266は、y軸方向に沿っている。これらの誘電体多層膜によって3つの色光が合成されて、カラー画像を投写するための合成光が形成される。クロスダイクロイックプリズム260で生成された合成光は、投写レンズ系270の方向に射出される。投写レンズ系270は投写光学系としての機能を有し、クロスダイクロイックプリズム260で生成された合成光を投写スクリーンSC上に拡大投写して、カラー画像を表示する。

【0079】この投写型表示装置10Dは、3枚のライトバルブ250、252、254に第3実施例で説明した第2の液晶装置80Bと同じ液晶装置を適用している

ので、スクリーンSC上に投写されるカラー画像の明るさをあまり減少させずに、コントラストの向上を図ることができる。

【0080】なお、3枚のライトバルブ250、252、254は、第1の液晶装置80（図3）が適用されるようにしても良い。このようにしても、スクリーンSC上に投写されるカラー画像のコントラストの向上を図ることができる。なお、この場合には、3枚の液晶装置の入射面までの各光路上に設けられている各光学要素は、3枚の液晶装置のそれぞれに入射する照明光の中心

の入射方向が各液晶装置の明視方向に平行となるように、配置されるようにすることが好ましい。このようにすれば、スクリーンSC上に投写されるカラー画像の明るさをあまり減少させずに、コントラストの向上を図ることができる。

【0081】E. 第5実施例：図8は、第5実施例としての液晶装置80Cのマイクロレンズ830Mと開口部826Wとの位置関係を示す説明図である。図8（A）は、液晶装置80Cの表示面側、すなわち光の射出面側（z軸方向）から見た模式図を示し、図8（B）は、液晶装置80Cの側面側（x軸方向）から見た模式図を示している。図4（A）、（B）に示したように第1実施例の液晶装置80においては、マイクロレンズ830Mは、マイクロレンズ830Mの光軸上の中心LCと、対応する画素の開口部826Wの中心軸上の中心ACとを結ぶ線が、明視方向を表す明視方向ベクトルVDにほぼ平行となるように、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。すなわち、明視方向ベクトルVDのxy平面およびyz平面内におけるベクトル成分VDxyおよびVDyzにほぼ平行となるように、開口部8

26Wの中心軸に対してずれて配置されている。

【0082】一方、第5実施例の液晶装置80Cにおいては、マイクロレンズ830Mは、マイクロレンズ830Mの光軸上の中心LCと、対応する画素の開口部826Wの中心軸上の中心ACとを結ぶ線が、明視方向ベクトルVDのy方向ベクトル成分VDyの負の方向に沿って開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。また、明視方向ベクトルVDのyz平面内におけるベクトル成分VDyzにほぼ平行となるように、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。

【0083】以下では、第4実施例の投写型表示装置10Dと基本的に同じ構成の投写型表示装置10Eのライトバルブ250E、252E、254Eに液晶装置80Cを適用した場合を例に説明する。図9は、緑色光用のライトバルブ252Eに入射する照明光について示す説明図である。光源110から射出された光束は、第1のレンズアレイ120で複数の部分光束に分割され、各部分光束のそれぞれは重畳レンズ150によってライトバルブ252を照明する。このとき、各部分光束は、フィールドレンズ242によって各部分光束の中心軸に平行な光束に変換されるので、フィールドレンズ242から射出される各部分光束は、第1のレンズアレイ120から射出される位置に応じて光軸100LCに対して異なった傾きを有することになる。また、光源110から射出される光の強度は、光軸100LC付近ほど大きく、周辺側ほど小さくなるのが一般的である。以上のことから、フィールドレンズ242を介してライトバルブ252に入射する照明光は、ライトバルブ252の位置によって、光の入射方向に対する光の強度の分布（以下、「光の角度分布」と呼ぶ。）が異なる場合がある。

【0084】図10は、ライトバルブ252に入射する光の角度分布の例を示す説明図である。図の矢印の方向は光の方向を示し、矢印の大きさは、光の強度を示している。ライトバルブ252の中心付近に入射する光の角度分布はほぼ均一であるが、周辺側ほどライトバルブの中心方向を向く光の強度が強くなるという、光の角度分布を有する傾向にある。

【0085】図11は、光の角度分布が上記のように異なる場合における第4実施例の投写型表示装置10Dの3つのライトバルブ250、252、254のコントラストおよび白色画面を表示する場合の画面の明るさについて示す説明図である。なお、3つのライトバルブ250、252、254は、同じ液晶装置80を適用するとする。

【0086】図10に示すよう光の角度分布が異なる場合においても、3つのライトバルブによって表示される画像のコントラストは従来よりも向上する。しかし、図11（A-1）に示すように、緑色光（G）用のライトバルブ252におけるコントラストは、ライトバルブの画素位置に応じて異なることになる。すなわち、ライト

バルブの中心付近のコントラストを「中」とすると、左下側が「高」となり、右上側が「低」となる。また、左上側および右下側が「中」となる。一方、3つのライトバルブ250、252、254を照明する各光は、赤色光(R)、青色光(B)用のライトバルブ250、254を照明する場合と、緑色光(G)用のライトバルブ252を照明場合とで、上下方向(y軸方向)に沿った光の中心軸に対して左右方向でほぼ反対となる。これは、3つのライトバルブ250、252、254が、クロスダイクロイックプリズム260に対して、それぞれのライトバルブ250、252、254から射出された光の入射面が、y軸方向に沿ったクロスダイクロイックプリズム260の中心軸266に垂直となるように配置されているためである。また、照明光学系100から各ライトバルブ250、252、254までの間で、照明光学系100から射出された光の反射される回数がそれぞれ異なっているためである。これにより、図11(A-2)に示すように、赤色光、青色光用のライトバルブ250、254におけるコントラストは、緑色光用のライトバルブ252におけるコントラストの分布とはy軸方向(上下方向)に沿った画面の中心に対して左右反対の特性となる。この結果、スクリーンSC上に投写された画像には、コントラストのムラが発生する場合がある。

【0087】また、白色画面を表示する場合の緑色光用のライトバルブ252における射出光の明るさは、図11(B-1)に示すように、ライトバルブの面内において異なることになる。すなわち、ライトバルブの中心付近の明るさを「中」とすると、左下側が「明」となり、右上側が「暗」となる。また、左上側および右下側が「中」となる。一方、図11(B-2)に示すように、赤色光、青色光用のライトバルブ250、254における射出光の明るさは、コントラストと同様に、緑色光用のライトバルブ252における明るさの分布とはy軸方向に沿った画面の中心に対して左右反対の特性となる。この結果、例えば、緑色光用のライトバルブ252における左下側の光の明るさは「明」であるが、赤色光、青色光用のライトバルブ250、254における左下側の光の明るさは「中」と異なることになるので、スクリーンSC上に投写された画像には、明るさムラや色ムラが発生する場合がある。

【0088】なお、黒色画面を表示する場合においても、白色画面表示と同様に明るさムラや色ムラが発生する。但し、黒色画面を表示する場合のライトバルブ250、252、254の明るさの分布は、白色画面表示の場合の各分布と反対の特性を示す。すなわち、白色画面表示において明るさが「明」の場合には、黒色画面表示において明るさが「暗」となり、白色画面表示において明るさが「暗」の場合には、黒色画面表示において明るさが「明」となる。従って、黒色画面を表示する場合の明るさムラや色ムラの様子は、白色画面表示の場合とは

異なっている。

【0089】第5実施例の投写型表示装置10Eにおいては、照明光の角度分布が異なる場合に、スクリーンSC上に投写された画像のコントラストのムラや画像の明るさのムラ、色ムラを、以下に示すように低減することができる。

【0090】図12は、光の角度分布が上記のように異なる場合における第5実施例の投写型表示装置10Eの3つのライトバルブ250E、252E、254Eのコントラストおよび白色画面を表示する場合の画面の明るさについて示す説明図である。なお、3つのライトバルブ250E、252E、254Eは、同じ液晶装置80Cを適用するとする。3つのライトバルブ250E、252E、254Eは、図11に示した赤色光、青色光用のライトバルブ250、254と、緑色光用のライトバルブ252とでコントラストの特性が対称となる方向

(左右方向)ではなく、この方向に垂直な上下方向、すなわち、クロスダイクロイックプリズム260の中心軸266に平行な方向にのみマイクロレンズ830Mをずらしている(図8)。これにより、投写型表示装置10Eにおいては、図10に示すように光の角度分布が異なる場合でも、図12(A-1)、(A-2)に示すように、3つのライトバルブ250E、252E、254Eにおけるコントラストの分布を、図11(A-1)、(A-2)に示す投写型表示10Dにおけるコントラストの分布に比べて小さくすることができる。また、3つのライトバルブ250E、252E、254Eの画面の左右方向におけるコントラストの分布をほぼ同様とすることができるので、画面の左右方向におけるコントラストのムラを低減することができる。

【0091】また、3つのライトバルブ250E、252E、254Eの白色画面表示における射出光の明るさの分布も、図12(B-1)、(B-2)に示すように、図11(B-1)、(B-2)に示す投写型表示10Dにおける射出光の明るさの分布に比べてばらつきを小さくすることができる。また、白色画面表示における3つのライトバルブ250E、252E、254Eのそれぞれの明るさの分布をほぼ同様とすることができる。黒色画面表示の場合も、白色画面表示の場合と同様に各画面内の明るさの分布を小さくすることができ、3つのライトバルブ250E、252E、254Eのそれぞれの明るさの分布をほぼ同様とすることができる。これにより、画面内の色ムラや画面の左右方向において発生する明るさムラを低減することができる。

【0092】さらに、図12に示すように、明視方向ベクトルVDに対して、3つのライトバルブ250E、252E、254Eのコントラストや明るさは、ライトバルブの下側の方が大きく、上側の方が小さい傾向にある。このような場合には、以下のようにしてコントラストや明るさ、色ムラの分布をより均一にすることができ

る。

【0093】図13は、別の液晶装置80Dのマイクロレンズ830Mと開口部826Wとの位置関係を示す説明図である。図13は、液晶装置80Dの側面側（x軸方向）から見た模式図を示している。液晶装置80Dは、y方向に沿って区分された3つの領域で、それぞれ異なったマイクロレンズ830Mと開口部826Wとの位置関係を有している。最も上側の領域では、図13

(A)に示すように、マイクロレンズ830Mの光軸上の中心LCと、対応する画素の開口部826Wの中心軸上の中心ACとを結ぶ線DL1が、y方向の負の方向に沿って開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。また、明視方向ベクトルVDのyz平面内におけるベクトル成分VDy zにほぼ平行となるように、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。

【0094】真中の領域では、図13(B)に示すように、マイクロレンズ830Mは、マイクロレンズ830Mの光軸上の中心LCと、対応する画素の開口部826Wの中心軸上の中心ACとを結ぶ線DL2が、ベクトル成分VDy zよりもz軸方向に傾くように、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。

【0095】最も下側の領域では、図13(C)に示すように、マイクロレンズ830Mは、マイクロレンズ830Mの光軸上の中心LCと、対応する画素の開口部826Wの中心軸上の中心ACとを結ぶ線DL3が、真中の領域における線DL2よりもさらにz軸方向に傾くように、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置されている。

【0096】このようにすれば、上述のように3つのライトバルブ250E、252E、254Eのコントラストや明るさは、明視方向（明視方向ベクトル）VDに対してライトバルブの下側の方が大きく、上側の方が小さい傾向にある場合に、コントラストや明るさ、色ムラの分布をより均一にすることができる。

【0097】なお、液晶装置80C、80Dは、マイクロレンズ830Mを、明視方向ベクトルVDを表すy方向ベクトル成分VDyの負の方向に沿って、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置する場合（図8、図13）を示しているが、マイクロレンズ830Mを、x方向ベクトル成分VDxの負の方向に沿って、開口部826Wの中心軸に対してずれて配置するようにしてもよい。このようにしても、コントラストや明るさ、色ムラの分布を低減することができる。ただし、明視方向ベクトルVDを表すy方向ベクトル成分VDyとx方向ベクトル成分VDxのうち大きい方向の負の方向に沿って、マイクロレンズ830Mをずらした方が、コントラストの点では有利である。また、上記説明では、クロスダイクロイックプリズム260の中心軸266をy軸方向に沿って配置する場合を例に説明しているが、クロスダイクロイックプリズム260の中心軸266をx軸方向に

沿って配置するような場合には、明視方向ベクトルVDのx方向ベクトル成分VDxの負の方向に沿って、マイクロレンズ830Mをずらした方が、コントラストや明るさのムラ、色ムラの点で有利である。

【0098】液晶装置80Dでは、y方向に沿って3つの領域に区分した場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。ライトバルブのコントラストや明るさの変化の大きさに応じて領域の区分の仕方やマイクロレンズ830Mと開口部826Wとの位置関係開を調整することができる。

【0099】また、第5実施例は、液晶装置80Cや80Dを3つ用いてカラー画像を表示する投写型表示装置を構成する場合を例にしているが、第1ないし第3実施例と同様に、液晶装置80Cや80Dを1つ用いて投写型表示装置を構成することもできる。このようにしても、表示される画像のコントラストのムラや明るさのムラ、色ムラを低減することができる。

【0100】なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。例えば、以下のような変形も可能である。

【0101】(1) 上記各実施例では、マイクロレンズとして偏心レンズを用いた場合や、マイクロレンズの配置位置を調整した場合を例に説明しているが、例えば、マイクロレンズ内の光の入射位置に応じて屈折率を変化させるようにしても良い。すなわち、液晶装置の各画素から射出される光のうち、液晶装置の明視方向にほぼ平行な光の割合が他の方向に平行な光の割合に比べて多くなるように、マイクロレンズの特性を調整するようにすれば良い。

【0102】(2) 上記各実施例は、説明を容易にするために説明上必要な構成要素のみを示しているが、これに限定されるものではない。例えば、各構成要素の間には、各構成要素の実装状態に応じて、反射ミラー等の導光装置を設けるようにしても良い。また、上記各実施例においては、インテグレート光学系によって構成された照明光学系を用いた場合を例に説明しているが、インテグレート光学系を利用しない照明光学系を用いるようにしてもよい。

【0103】(3) 上記各実施例においては、照明光として非偏光な光をそのまま利用する場合を例に説明しているが、偏光変換装置を備えて、これを1種類の直線偏光光に変換して利用するようにしてもよい。液晶装置を照射する照明光を、通常、液晶装置の入射面に設けられている偏光板を透過可能な直線偏光光に変換して利用すれば、この偏光板による光の損失を防ぐことができる。これにより、投写型表示装置における光の利用効率を向上させることができる。

【0104】(4) 上記各実施例では、投写型表示装置を例に説明しているが、本発明の液晶装置を直視型の表

示装置に適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 実施例としての投写型表示装置 10 の要部を示す概略構成図である。

【図 2】第 1 のレンズアレイ 40 の外観を示す斜視図である。

【図 3】本発明の第 1 の液晶装置 80 の一部を拡大して示す概略断面図である。

【図 4】マイクロレンズ 830M と開口部 826W との位置関係を示す説明図である。

【図 5】第 2 実施例としての投写型表示装置 10B の要部を示す概略構成図である。

【図 6】第 3 実施例としての投写型表示装置 10C に適用される第 2 の液晶装置 80B の一部を拡大して示す概略断面図である。

【図 7】第 4 実施例としての投写型表示装置 10D の要部を示す概略構成図である。

【図 8】第 5 実施例としての液晶装置 80C のマイクロレンズ 830M と開口部 826W との位置関係を示す説明図である。

【図 9】緑色光用のライトバルブ 252E に入射する照明光について示す説明図である。

【図 10】ライトバルブ 252 に入射する光の角度分布の例を示す説明図である。

【図 11】光の角度分布が異なる場合における第 4 実施例の投写型表示装置 10D の 3 つのライトバルブ 250, 252, 254 のコントラストおよび明るさについて示す説明図である。

【図 12】光の角度分布が異なる場合における第 5 実施例の投写型表示装置 10E の 3 つのライトバルブ 250E, 252E, 254E のコントラストおよび明るさについて示す説明図である。

【図 13】別の液晶装置 80D のマイクロレンズ 830M と開口部 826W との位置関係を示す説明図である。

【図 14】従来の液晶装置 1000 の概略構成を示す分解模式図である。

【図 15】従来の液晶装置 1000 に入射する光がこの液晶装置 1000 を通過する様子を示す説明図である。

【符号の説明】

10…投写型表示装置  
10LC…システム光軸  
10B…投写型表示装置  
10C…投写型表示装置  
10D…投写型表示装置  
10E…投写型表示装置  
20…照明光学系  
20LC…光軸  
30…光源  
32…光源ランプ  
34…凹面鏡

40…第 1 のレンズアレイ  
42…小レンズ  
50…第 2 のレンズアレイ  
52…小レンズ  
60…重畳レンズ  
70…フィールドレンズ  
80…液晶装置  
80ACT…被照明領域  
80B…液晶装置  
10 80C…液晶装置  
80D…液晶装置  
90…投写レンズ系  
820…液晶セル  
821…透明基板  
822…薄膜トランジスタ  
823…画素電極  
824…共通電極  
825…対向基板  
826…遮光層  
20 826P…遮光部  
826W…開口部  
827…液晶層  
830…マイクロレンズアレイ  
830M…マイクロレンズ  
830B…マイクロレンズアレイ  
830BM…マイクロレンズ  
832…接着剤層  
850, 852, 860…微小光束  
840, 870…偏光板  
30 100…照明光学系  
110…光源  
120…第 1 のレンズアレイ  
130…第 2 のレンズアレイ  
150…重畳レンズ  
160…反射ミラー  
200…色光分離光学系  
210, 212…ダイクロイックミラー  
218…反射ミラー  
220…導光光学系  
40 222, 224…反射ミラー  
230…入射側レンズ  
232…リレーレンズ  
240…フィールドレンズ  
242…フィールドレンズ  
244…フィールドレンズ (射出側レンズ)  
250, 252, 254…液晶装置 (ライトバルブ)  
250E, 252E, 254E…液晶装置 (ライトバルブ)  
260…クロスダイクロイックプリズム  
50 270…投写レンズ系

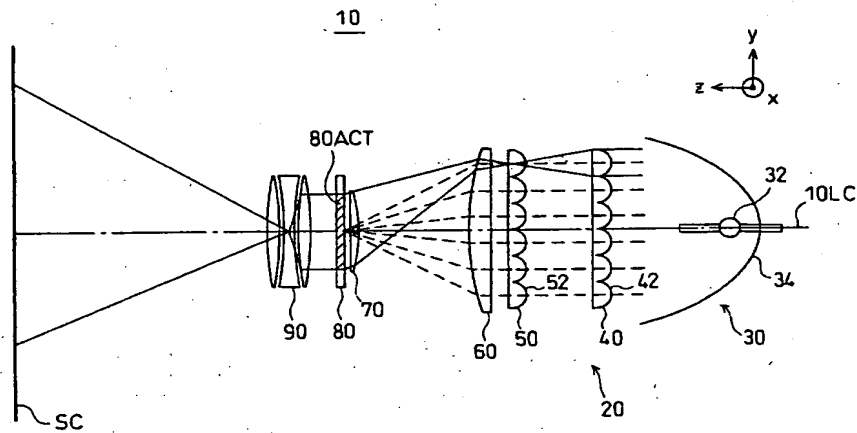
27

28

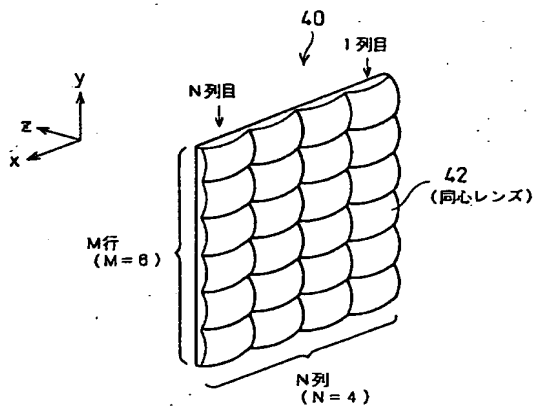
1000…液晶装置  
 1020…液晶セル  
 1021…透明基板  
 1022…薄膜トランジスタ  
 1023…画素電極  
 1024…共通電極  
 1025…対向基板  
 1026…遮光層

1026W…開口部  
 1027…液晶層  
 1030…マイクロレンズアレイ  
 1030M…マイクロレンズ  
 1040, 1050…偏光板  
 1040…第1の偏光板  
 1050…第2の偏光板

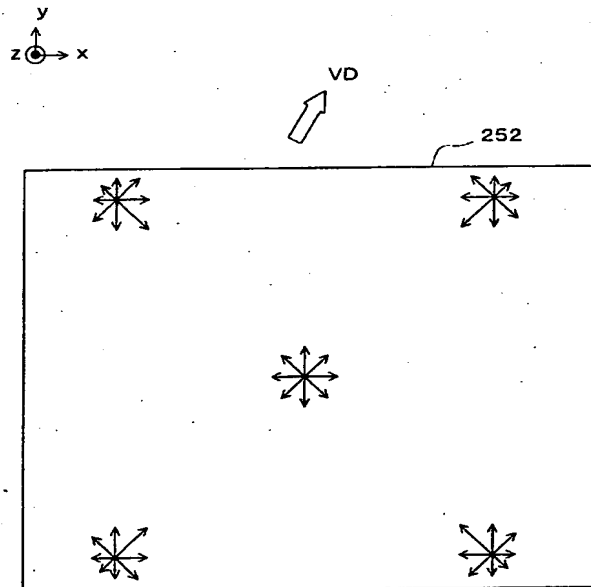
【図1】



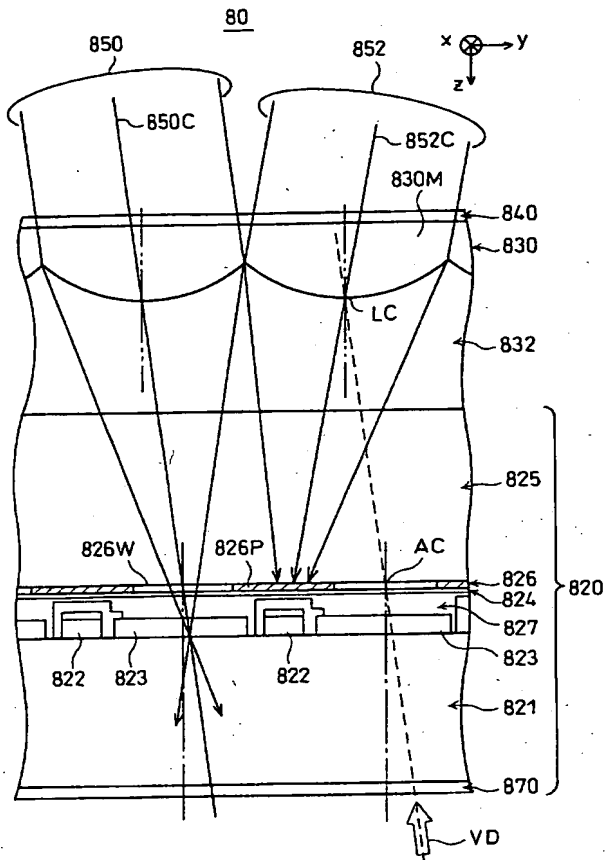
【図2】



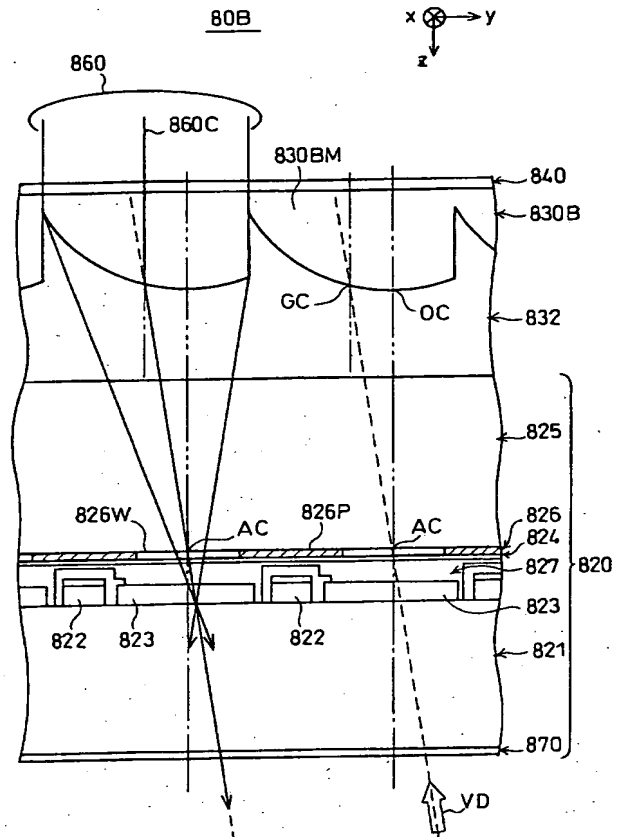
【図10】



【図 3】

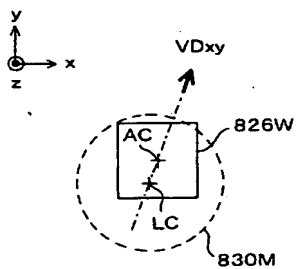


【図 6】

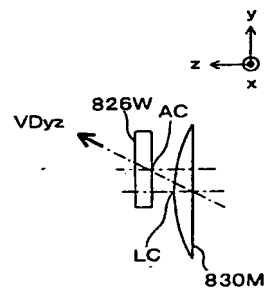


【図 4】

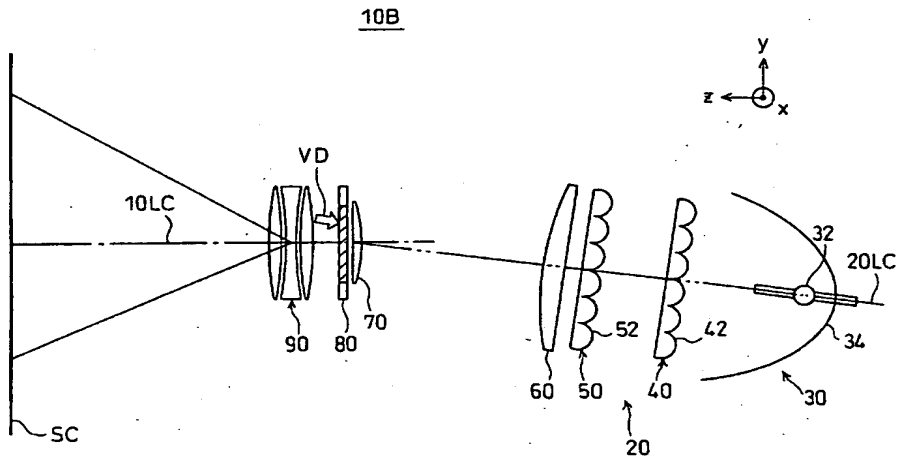
(A)



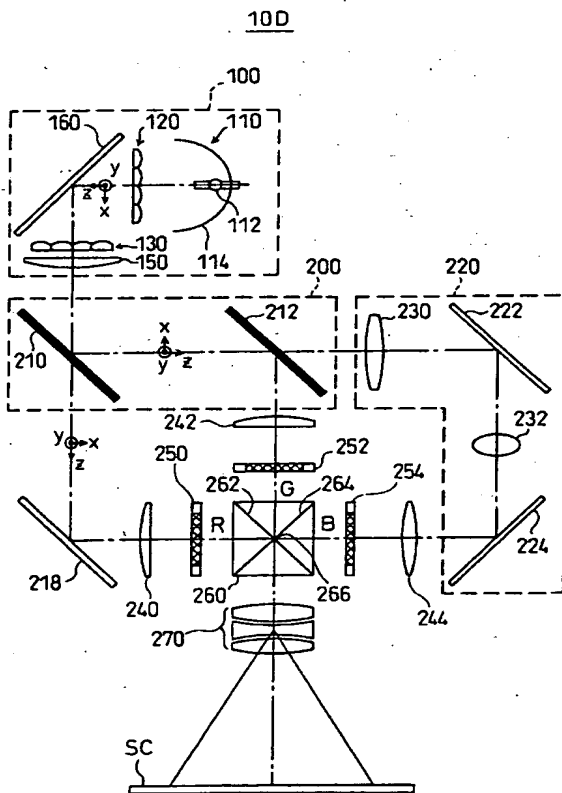
(B)



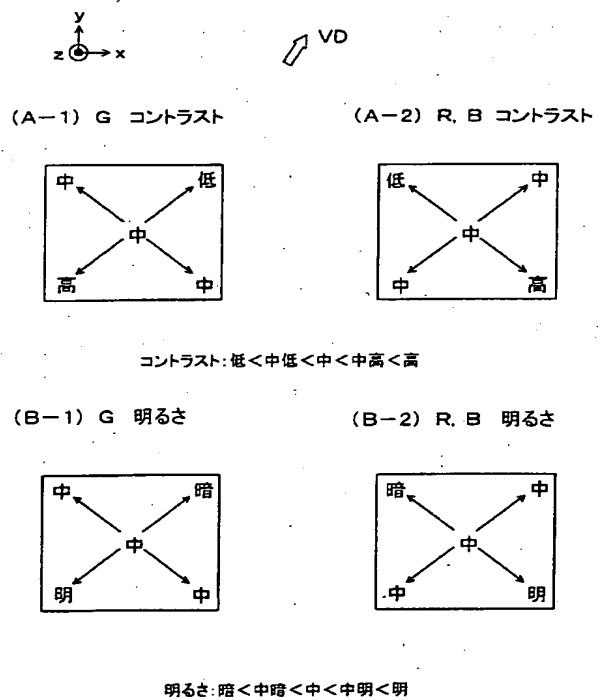
【図 5】



【図 7】



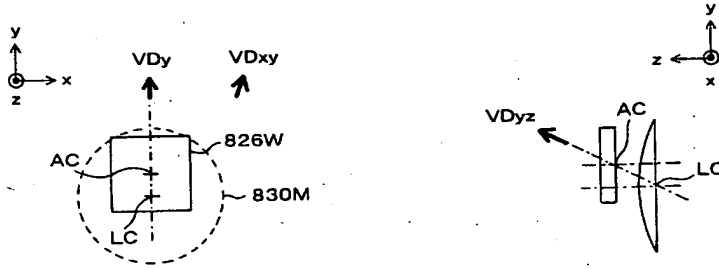
【図 11】



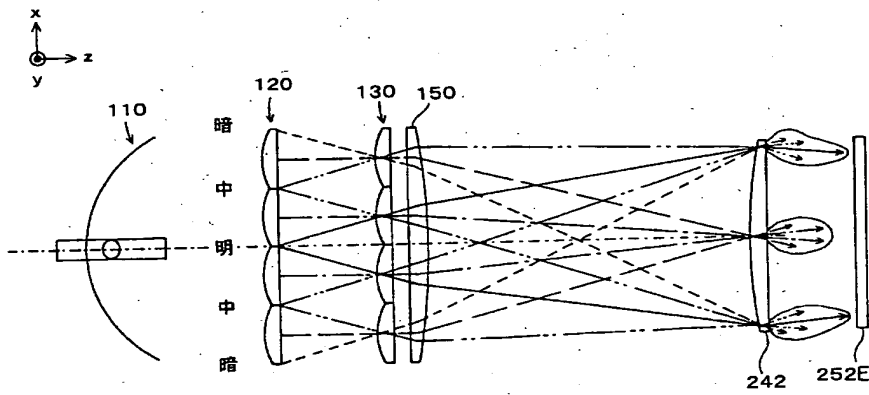
【図 8】

(A)

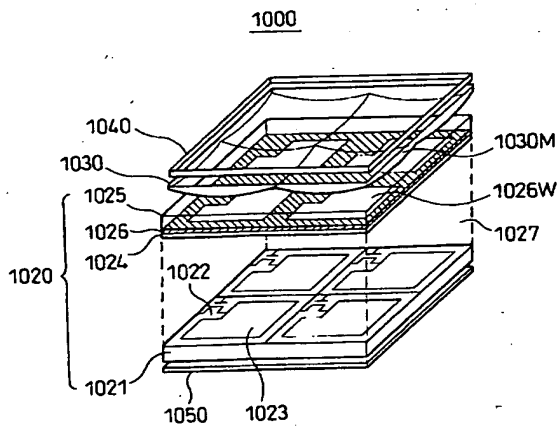
(B)



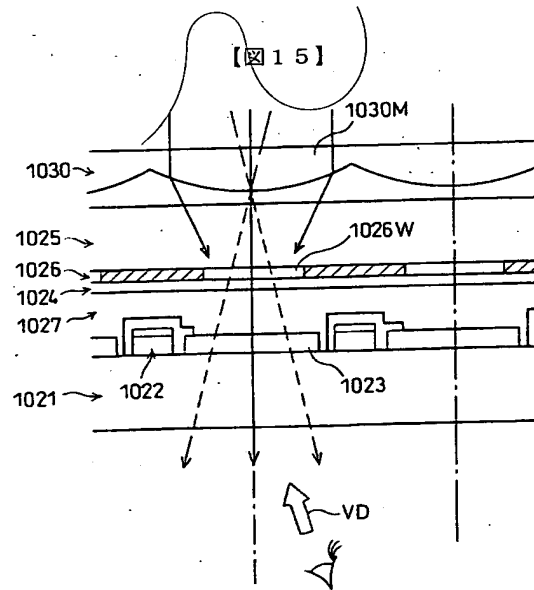
【図 9】



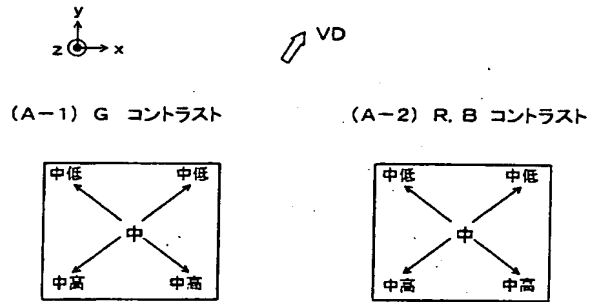
【図 14】



【図 15】



【図 12】



コントラスト: 低 < 中低 < 中 < 中高 < 高

明るさ: 暗 < 中暗 < 中 < 中明 < 明

【図 13】

